

# MEMBANGUN INDUSTRI BUNGA KRISAN YANG BERDAYA SAING MELALUI PEMULIAAN MUTASI

## *Developing Competitive Chrysanthemum Industry Through Mutation Breeding*

Lia Sanjaya, Budi Marwoto, dan Rudy Soehendi

Balai Penelitian Tanaman Hias

Jalan Raya Ciherang, Kotak Pos 8 Sdl Segunung-Pacet Cianjur 43253,

Telp. (0263) 517056, Faks. (0263) 514138,

e-mail: liasanjaya63@gmail.com, balithi@litbang.pertanian.go.id, balithias@yahoo.co.id

Diajukan: 7 November 2014; Direvisi: 7 Januari 2015; Disetujui: 27 Januari 2015

### ABSTRAK

Industri bunga krisan berkembang pesat sejak dua dekade terakhir yang ditandai dengan peningkatan luas area tanam, produksi, produktivitas, nilai ekspor, dan jumlah petani. Dalam rangka menghadapi persaingan global, khususnya memasuki era Masyarakat Ekonomi ASEAN, perlu upaya peningkatan daya saing agar industri krisan di dalam negeri tetap berkembang. Kegiatan pemuliaan merupakan langkah strategis untuk meningkatkan daya saing dengan menciptakan varietas unggul krisan yang adaptif terhadap perubahan iklim, tahan terhadap hama/penyakit, dan sesuai dengan preferensi konsumen. Pemuliaan mutasi yang dikombinasikan dengan teknologi kultur jaringan dapat diandalkan untuk menghasilkan varietas unggul krisan, mengingat teknik ini dapat memperbaiki satu atau lebih karakter tanpa mengubah karakter dasar varietas asal. Perakitan varietas melalui induksi mutasi terdiri atas dua kegiatan utama, yaitu induksi keragaman melalui aplikasi mutagen dan seleksi secara sistematis terhadap populasi hasil induksi mutasi untuk mendapatkan individu dengan karakter yang diinginkan. Pengembangan varietas krisan mutan perlu dilaksanakan secara berkelanjutan yang diikuti pengembangan industri benihnya. Benih pemulia (BS) berupa planlet diaklimatisasi pada media sekam bakar dengan kondisi lingkungan yang optimal (cahaya rendah dan lembap). Hasil aklimatisasi digunakan sebagai tanaman induk yang akan menghasilkan setek pucuk sebagai benih dasar (FS). Benih dasar (FS) diturunkan menjadi benih pokok (SS) dan benih sebar (ES) untuk dimanfaatkan petani guna mendukung pengembangan agribisnis krisan.

**Kata kunci:** Krisan, pemuliaan tanaman, mutasi, daya saing

### ABSTRACT

*Chrysanthemum industry has developed rapidly since the last two decades characterized by increased planting area, production, productivity, exports and the number of farmers. To face the increasing international competition, especially entering the ASEAN Economic Community era, it is necessary to increase the competitiveness of domestic chrysanthemum industry in order to remain growing. Breeding is a strategic step to improve*

*competitiveness by assembling improved varieties that are adaptive to climate change, resistant to pests/diseases, and in accordance with consumer preferences. Mutation breeding combined with tissue culture technology is the reliable breeding method to produce improved chrysanthemum varieties, considering this technique can improve one or more characters without changing the basic character of native varieties. Breeding of new varieties of chrysanthemum through mutation induction consists of two main activities, namely application of mutagen-induced variability and systematic selection on mutant population resulted in the individuals with the desired character. Development of chrysanthemum mutants need to be implemented on an ongoing basis, followed by the development of seed industry. Breeder seed (BS) in the form of plantlets was acclimatized on husk charcoal at optimal environmental conditions (low light and moist). The acclimatized seed was used for the parent plant that will produce cuttings as foundation seed (FS). The FS was then down-graded to stock seed (SS) and extension seed (ES) to be used by farmers to support the development of chrysanthemum agribusiness.*

**Keywords:** Chrysanthemum, plant breeding, mutation, competitiveness

### PENDAHULUAN

Krisan (*Dendranthema grandiflora*) merupakan salah satu tanaman hias bernilai ekonomi tinggi yang sangat populer karena keragaman warna, bentuk, dan tipenya. Bunga krisan digunakan untuk bahan dekorasi ruangan pada pesta pernikahan, upacara keagamaan, perayaan ulang tahun, maupun penghias taman dan meja di perkantoran, hotel, restoran, dan rumah tangga. Pemanfaatan bunga krisan yang luas membuka peluang usaha yang sangat lebar sehingga pengembangannya dalam skala luas dapat menyerap banyak tenaga kerja (Syngenta Flower 2013).

Sebagai bunga potong, tanaman pot atau taman, krisan telah dibudidayakan sejak Kekaisaran Jepang dan Tiongkok (Dao *et al.* 2006). Saat ini prospek budi daya krisan sangat cerah karena pasar telah tersedia, termasuk

pasar ekspor ke Jerman, Inggris, Swiss, Italia, Austria, Amerika Serikat, dan Swedia (Hantoko 2014). Selain sebagai penghias ruangan, bunga krisan dapat dikeringkan dan dimanfaatkan sebagai minuman (teh krisan) (*C. morifolium* dan *C. indicum*), sementara daun mudanya (*C. coronarium*) dapat dikonsumsi sebagai sayuran, salad atau dibuat keripik. Daun dan bunga *C. cinerariifolium* dan *C. pyrethrum* mengandung bahan aktif piretrum yang efektif digunakan sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama utama tanaman pertanian (aphid, *leafminer*, ulat grayak, thrips, tungau, nyamuk). Serasah sisa panen krisan juga dapat dijadikan kompos sebagai sumber pupuk organik untuk memperbaiki sifat kimia, biologi, dan fisik tanah (Sanjaya 2015).

Sejak tahun 2000 hingga 2013, luas panen krisan di Indonesia meningkat dari 1.160.170 m<sup>2</sup> menjadi 9.080.709 m<sup>2</sup> atau tumbuh rata-rata 25,84%/tahun (Ekanantari 2014). Kontribusi terbesar dicapai oleh Jawa Barat sebesar 48,39% (133.915.172 tangkai), Jawa Tengah 30,54% (84.514.458 tangkai), dan Jawa Timur 17,82% (49.331.849 tangkai). Tiga kabupaten di Jawa Barat yang memberikan kontribusi terbesar ialah Cianjur, Bandung Barat, dan Sukabumi. Dewasa ini pertanaman krisan sudah meluas ke provinsi di luar Jawa bersamaan dengan dihasilkannya varietas krisan nasional dan intensifnya pendistribusian benih krisan (UPBS Balitri 2014).

Hingga saat ini varietas krisan yang ditanam petani sebagian besar masih diimpor dengan nilai mencapai lebih dari USD 1 juta. Sejak tahun 2004 hingga 2008 tercatat 506 varietas krisan diimpor dari berbagai negara, seperti Tiongkok, Singapura, Belanda, Amerika Serikat, Jepang, dan Malaysia (Direktorat Perbenihan dan Sarana Produksi 2009). Impor yang terus-menerus menciptakan ketergantungan pada negara lain sehingga industri krisan di dalam negeri memiliki daya saing yang lemah. Selain itu, varietas krisan impor umumnya telah usang, kurang adaptif terhadap lingkungan iklim tropis, dan agak rentan terhadap penyakit karat (Marwoto *et al.* 1999). Menurut laporan Ekanantari (2014), Indonesia juga mengekspor krisan ke Jepang (97,38%), Singapura (0,18%), dan Australia (2,44%), tetapi volumenya masih tergolong kecil yaitu 0,03% dari total ekspor krisan dunia atau setara dengan 61.305 kg. Sementara itu volume impor krisan Indonesia terbanyak berasal dari Tiongkok dan Singapura masing-masing mencapai 50%. Negara pengekspor krisan terbesar di dunia ialah Belanda (52,8%), Malaysia (22,77%), dan Kolombia (15,48%). Thailand (42,98%), Brunei Darussalam (27,19%), Malaysia (13,16%), Indonesia (7,95%), Vietnam (6,71%), dan Singapura (2,0%) tercatat sebagai negara pengimpor krisan terbesar dunia.

Hingga kini Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) telah menghasilkan lebih dari 75 varietas krisan, tetapi kurang dari 20% yang ditanam dan

dikembangkan secara luas oleh petani. Banyak faktor yang menyebabkan varietas krisan Balitbangtan kurang diminati konsumen, di antaranya konsumen bunga krisan di Indonesia hanya menyukai bunga berwarna kuning, putih, merah dan hijau, sedangkan warna-warna lainnya kurang diminati. Selain itu, umumnya varietas krisan Balitbangtan agak rentan terhadap penyakit karat, batang tanaman agak lemah, mahkota bunga pita agak mudah rontok, serta lama kesegaran bunga dalam vas relatif singkat. Namun, beberapa varietas sangat digemari masyarakat, bahkan mengalahkan varietas impor, di antaranya varietas Puspita Nusantara, Pasopati, Arosuka Pelangi, Puspita Pelangi, Dewi Ratih, Yulimar, dan Marimar. Krisan Puspita Nusantara telah diekspor ke Jepang, Hong Kong, Abudabi, Pakistan, dan Arab Saudi. Ketenaran varietas Puspita Nusantara dikarenakan varietas ini memiliki bunga dengan warna, bentuk, dan tipe yang menarik serta tahan terhadap penyakit karat. Kini sifat resistensi terhadap penyakit karat pada varietas Puspita Nusantara mulai patah sehingga varietas ini menjadi rentan.

Fenomena patahnya sifat resistensi tanaman sering terjadi terutama bila berhadapan dengan patogen yang mudah membentuk ras fisiologis. Oleh karena itu, para pemulia krisan senantiasa dituntut mampu menghasilkan varietas baru yang tahan dan disukai konsumen untuk menggantikan varietas yang resistensinya telah patah (Pestic 2012; Snezana *et al.* 2012).

Menggunakan varietas tahan penyakit dapat mengurangi penggunaan fungisida sebagai upaya menciptakan sistem budi daya krisan ramah lingkungan. Budi daya ramah lingkungan kini telah menjadi isu penting di tingkat global. Masyarakat internasional menuntut produk yang mereka beli dihasilkan melalui proses budi daya yang ramah lingkungan, yang dibuktikan dari label sertifikat kepatuhan menerapkan prinsip *Good Agricultural Practices* (GAP) dan *Good Handling Practices* (GHP). Penggunaan varietas tahan merupakan salah satu kewajiban dalam penerapan prinsip GAP/GHP, di samping memiliki keuntungan lain berupa peningkatan pendapatan petani.

Industri bunga krisan di tanah air berkembang pesat sejak 10 tahun terakhir, yang ditandai dengan peningkatan produksi, luas tanam, tenaga kerja, dan pendapatan petani. Namun perluasan area tanam terkendala oleh ketersediaan lahan, kecuali bila pengembangan krisan dilakukan di daerah suboptimal, seperti di lahan salin, lahan yang kekurangan bahan organik, lahan masam, dan lahan di dataran rendah. Kendala lain yang menghambat pengembangan krisan yaitu hama dan penyakit dan perubahan iklim. Permasalahan tersebut akan menjadi isu penting dalam pengembangan agribisnis krisan di masa mendatang. Namun, para pelaku usaha krisan tetap optimis terhadap prospek pengembangan krisan di tanah air.

Surplus krisan di masa depan telah diproyeksikan oleh Ekanantari (2014). Berdasarkan proyeksi jumlah penawaran dan permintaan krisan di Indonesia pada tahun 2019 yang masing-masing mencapai 237.865 ton dan 70.676 ton dengan rata-rata pertumbuhan 39,93% dan 12,04%, surplus krisan akan mencapai 167.190 ton pada 4-5 tahun mendatang. Beberapa alternatif guna mengantisipasi surplus krisan yaitu melakukan promosi dan meningkatkan preferensi konsumen terhadap bunga krisan melalui (1) penganeekaragaman warna, bentuk, dan keragaan unik lainnya; (2) peningkatan kualitas produk melalui *vase-life* bunga yang panjang dan mahkota bunga pita yang tidak mudah gugur selama transportasi; (3) penurunan residu pestisida dan bunga bebas dari hama dan penyakit; dan (4) peningkatan nilai tambah dengan membuat produk baru berupa cinderamata seperti penanaman bunga krisan dalam botol dengan media aseptik yang berwarna-warni. Strategi lainnya ialah merakit varietas-varietas krisan baru yang unik dan mampu tumbuh dalam kondisi lingkungan dengan cekaman biotik dan abiotik sebagai dampak dari perubahan iklim. Makalah ini mengulas upaya membangun industri bunga krisan yang berdaya saing melalui pemuliaan yang meliputi (1) hibridisasi konvensional, (2) induksi mutasi sinar gama, (3) kombinasi teknik mutasi dan teknologi kultur jaringan, dan (4) seleksi untuk menghasilkan krisan mutan guna mengatasi dampak perubahan iklim dan memenuhi preferensi konsumen.

## KARAKTER KRISAN UNTUK MENGANTISIPASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM

Budi daya krisan di Indonesia dimulai sekitar tahun 1940-an dan meluas pada tahun 1960-an. Sementara itu, industri krisan mulai terbangun pada tahun 1980-an yang dimotori oleh tiga perusahaan besar di Jawa Barat, yaitu PT Alam Indah Bunga Nusantara, PT Ciputri Molek, dan PT Hasfarm. Awalnya para petani menggunakan varietas krisan lokal yang toleran hari netral (*neutral day plant* "*facultative*") sehingga dapat dibudidayakan di lapangan tanpa naungan. Sifat ini menyebabkan krisan lokal dapat dibudidayakan tanpa penambahan cahaya buatan sebagai syarat mempertahankan status vegetatif tanaman. Tiga jenis bunga krisan lokal yang berkembang yaitu yang bunganya berwarna putih, kuning, dan merah tembaga. Namun, ketiga jenis krisan lokal tersebut rentan terhadap penyakit karat sehingga pembudidayaannya membutuhkan fungisida secara intensif. Kelemahan lainnya dari varietas lokal yaitu waktu pembungaannya tidak serempak karena tanaman akan berbunga jika telah mencapai jumlah daun tertentu. Satu periode pertanaman krisan lokal dapat mencapai setahun lebih. Kondisi ini menyebabkan budi daya krisan lokal tidak menguntungkan

(Auliasari 2012) sehingga sebagian besar petani beralih menggunakan krisan impor.

Krisan impor tergolong tanaman hari pendek (*short day plant* "*absolute*") sehingga pembudidayaannya membutuhkan naungan dan tambahan cahaya buatan pada malam hari. Pengusahaan krisan impor kini telah berkembang menjadi industri florikultura karena lebih menguntungkan. Selain jenis dan warna bunganya sangat bervariasi, waktu panen bunga dapat diatur sesuai dengan pesanan dan permintaan konsumen (Auliasari 2012; Hantoko 2014).

Industri bunga krisan makin berkembang sejak Balitbangtan melepas varietas-varietas krisan yang memiliki keunggulan superior. Varietas Puspita Nusantara, misalnya, memiliki keunggulan melebihi varietas impor "*Town Talk*" sehingga perkembangan industri florikultura nasional berlangsung lebih cepat. Karakter ketahanan penyakit karat, bunga pita yang tidak mudah gugur, dan periode *vase-life* bunga yang panjang menyebabkan varietas Puspita Nusantara mampu memikat konsumen dalam dan luar negeri. Varietas ini banyak diekspor ke Jepang sebagai bahan rangkaian bunga untuk dekorasi ruangan. Selain ke Jepang, varietas Puspita Nusantara juga diekspor ke negara lain seperti Uni Emirat Arab, Kuwait, Hongkong, Amerika Serikat, Brunei, dan Korea (Alinda 2013, komunikasi pribadi). Ke depan diperlukan varietas krisan dengan karakter baru untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim, di antaranya (1) tahan terhadap cekaman biotik (hama, parasit, penyakit termasuk dari kelompok fungi, virus dan viroid); (2) toleran terhadap cekaman abiotik (kekeringan, salinitas, dan suhu tinggi); dan (3) bunga pita tidak mudah gugur dan *vase life* bunga relatif lama.

Eksresi genotipe dan potensi genetik varietas krisan Balitbangtan yang ditanam petani masih belum optimal. Hal ini disebabkan oleh pengaruh eksternal, seperti serangan hama/penyakit, cekaman lingkungan ekstrem, dan teknik budi daya yang belum optimal (Nelson *et al.* 2009; Herlina *et al.* 2012). Eksresi genotipe yang belum optimal ditandai oleh rendahnya produksi dan kualitas bunga krisan di tingkat petani. Oleh karena itu, ke depan diperlukan upaya optimasi teknik budi daya dalam rangka memaksimalkan ekspresi potensi genetik varietas krisan yang dibudidayakan.

Di lahan yang telah digunakan lebih dari 5 tahun terjadi akumulasi bahan kimia yang berpotensi meracuni tanaman. Kadar garam dalam tanah tergolong tinggi hingga sangat tinggi yang mengakibatkan beberapa unsur hara tidak tersedia bagi tanaman. Kelebihan kandungan fosfor (P) di dalam tanah akan menekan ketersediaan beberapa unsur hara mikro. Sedikit saja kekurangan atau kelebihan fosfor dalam tanah akan menyebabkan defisiensi hara mikro, terutama seng (Jain 2006; Rehm dan Schmitt 2013). Seng

dalam tanaman berperan aktif dalam reaksi enzimatik sehingga defisiensi seng dapat menghambat pertumbuhan dan tanaman menjadi kerdil (Nelson *et al.* 2005; Nielsen 2012).

Pengetahuan tentang *response time* sangat diperlukan dalam budi daya krisan pot. *Response time* adalah periode awal waktu tanaman krisan mendapat perlakuan fotoperiode sampai tanaman berbunga. Berdasarkan *response time* tanaman krisan dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok tanaman dengan *response time* pendek, sedang, dan panjang. Dalam budi daya krisan pot, pemilihan jenis tanaman sesuai dengan kategori *response time* tersebut sangat penting khususnya dalam menentukan waktu panen.

Selain *response time*, pemupukan dan hormon juga menentukan mutu bunga krisan. Pada prinsipnya aplikasi pupuk dan hormon harus tepat waktu dengan memerhatikan kondisi lingkungan dan status pertumbuhan tanaman (Syngenta Flower 2013). Kesalahan dalam aplikasi pupuk dan hormon akan mengakibatkan daun menjadi cokelat dan bunga tidak berkembang secara normal (Nell 2014).

## **PENINGKATAN KERAGAMAN GENETIK DAN MUTU BUNGA KRISAN**

### **Penganekaragaman Warna, Bentuk, dan Tipe Bunga**

Krisan yang dibudidayakan saat ini merupakan hasil kegiatan pemuliaan yang sangat kompleks dengan konstitusi genetik yang sangat rumit. Warna bunga krisan bervariasi dari merah, ungu, pink, oranye, kuning, hijau, hingga putih dengan berbagai intensitas dan degradasi warna menjadi merah gelap, merah terakota, violet gelap, violet cerah, salem, dan lainnya. Jumlah dan corak warna bunga krisan juga bervariasi, yaitu berjumlah dua atau lebih warna dengan corak polos, bergaris, atau percikan. Konsumen bunga krisan di Indonesia lebih menyukai bunga krisan berwarna kuning, putih, merah, dan hijau. Warna-warna bunga lainnya juga disukai asalkan intensitas warnanya kuat, seperti oranye cerah dan violet terang.

Keragaman warna bunga, dalam hal ini intensitas, jumlah, dan corak warna dapat ditingkatkan melalui program pemuliaan. Beberapa karakter pseudokualitatif, seperti intensitas warna bunga dapat diperbaiki pula melalui sistem budi daya yang benar, di antaranya lokasi tanam pada ketinggian lebih dari 900 m dpl, aplikasi hara makro dan mikro dalam takaran yang sesuai, dan penggunaan zat pengatur tumbuh (Bres dan Sztuka 2013).

Bentuk kuntum bunga krisan yang tersedia saat ini sangat bervariasi, yaitu tunggal, ganda, anemon, dekoratif,

pompon, santini, ekshibisi, dan bentuk di antara tipe-tipe tersebut seperti semiganda atau semidekoratif dengan diameter bunga mulai dari kecil (diameter  $\leq 2$  cm), sedang ( $> 3 - \leq 8$  cm), hingga besar ( $> 8$  cm). Selain tipe kuntum bunga, keragaan bunga pita juga sangat bervariasi. Bunga pita bisa berukuran pendek atau panjang, sempit atau lebar, serta melekuk ke dalam, membentang atau melekuk keluar. Bentuk bunga pita dapat menyerupai pita, tabung atau kombinasinya. Ujung bunga pita dapat meruncing, membulat, bertaji atau bergerigi. Variasi baru dari bentuk kuntum dan keragaan bunga pita dapat diciptakan melalui program pemuliaan (Boase *et al.* 2010; Janick 2010). Kombinasi karakter warna dan bentuk bunga serta karakter komersial lainnya seperti kekuatan batang, mahkota bunga pita tidak mudah gugur, kesegaran bunga dalam vas relatif lama, serta ketahanan terhadap penyakit (Langton dan Cockshull 2009; Nurmawati *et al.* 2011) dapat menciptakan keragaan bunga yang unik dan diharapkan lebih disukai konsumen.

### **Peningkatan Kualitas Mutu Hasil**

Bunga krisan dapat tetap segar selama 12-20 hari setelah dipanen dari lapangan. Periode kesegaran bunga krisan sangat bergantung pada sistem budi daya yang benar dan penanganan pascapanen. Untuk menjaga agar mahkota bunga pita tidak mudah gugur selama transportasi, kuntum bunga dianjurkan dibungkus dengan kertas. Kerontokan bunga pita ditentukan oleh kekuatan bunga pita menempel pada cakramnya dan karakter ini bersifat genetik. Dalam perakitan varietas unggul baru, karakter tersebut perlu diperhitungkan menjadi salah satu karakter yang harus ada dalam penentuan kriteria varietas unggul. Berdasarkan hasil observasi, karakter jumlah kelopak atau bulu di atas cakram bunga berkorelasi positif dengan kekuatan bunga pita (Sanjaya *et al.* 2014).

Selain melalui pendekatan genetik, mutu bunga krisan dapat diperbaiki dengan pemberian unsur hara, aplikasi ZPT, dan modifikasi lingkungan. Pemberian hara makro berimbang dengan dosis dan frekuensi aplikasi berdasarkan hasil analisis tanah dan jaringan tanaman dapat meningkatkan mutu bunga krisan. Demikian pula pemberian ZPT alar ataupun paclobutrazol dengan dosis dan waktu yang tepat dapat meningkatkan mutu krisan potong dan pot.

Mutu bunga krisan sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan sehingga budi daya krisan membutuhkan modifikasi lingkungan dalam bentuk pemberian naungan, penyinaran, pengairan, dan pengendalian OPT. Modifikasi lingkungan dimaksudkan untuk menjaga tanaman dari pengaruh lingkungan yang bersifat ekstrem sehingga tanaman dapat berproduksi secara optimal (Hantoko 2014).

## Produksi Bunga Krisan yang Ramah Lingkungan

Kegiatan budi daya krisan ramah lingkungan dapat mengurangi residu bahan kimia yang tidak dikehendaki konsumen global. Keberhasilan ekspor krisan Indonesia ke luar negeri dikarenakan kandungan residu pestisida pada bunga telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan negara pengimpor.

Penurunan residu pestisida pada produk dapat dilakukan bila budi daya krisan menggunakan varietas tahan. Konsumen bunga krisan dunia menginginkan produk yang bersih serta bebas dari hama dan penyakit. Namun, hanya beberapa varietas yang berbunga indah dan disukai konsumen yang benar-benar tahan terhadap hama dan penyakit. Kebanyakan varietas krisan yang beredar di masyarakat relatif rentan terhadap hama dan penyakit. Oleh karena itu, kegiatan pemuliaan krisan harus mengutamakan ketahanan terhadap hama dan penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit diwariskan secara aditif. Gen tunggal dominan tidak ditemukan dalam sifat ketahanan krisan terhadap hama/penyakit. Oleh karena itu, dalam pemuliaan perlu dilakukan persilangan berulang dengan tetua yang mengandung gen ketahanan (Paveley *et al.* 2005).

Perubahan iklim menciptakan cekaman terhadap varietas krisan yang dibudidayakan petani. Cekaman lingkungan yang mendera tanaman secara terus-menerus akan memperlemah ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit sehingga tanaman menjadi rentan. Di sisi lain, hama dan patogen senantiasa beradaptasi dengan inangnya dengan mengubah konstitusi genetik untuk membentuk ras dan biotipe baru. Munculnya ras dan biotipe tersebut dapat mematahkan sifat ketahanan tanaman sehingga tanaman menjadi rentan. Fenomena ini perlu diperhatikan oleh para pemulia tanaman dalam merakit varietas unggul baru krisan (Dao *et al.* 2006; Datta dan Chakrabarty 2009; Nelson *et al.* 2009; Rosa *et al.* 2009; Jain 2010; Manoj *et al.* 2010; Piri *et al.* 2011).

## PERAKITAN VARIETAS UNGGUL BARU KRISAN UNTUK MENGANTISIPASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM

### Hibridisasi Konvensional

Hibridisasi merupakan metode konvensional untuk mendapatkan rekombinan terbaik dari persilangan dua tetua sesuai tujuan yang diinginkan. Dengan hibridisasi, pemulia menggabungkan karakter-karakter unggul yang terdapat pada kedua tetuanya. Melalui hibridisasi, efek

heterosis dari kedua tetua dapat diperoleh untuk menghasilkan varietas unggul dari persilangan antar-individu yang berkerabat jauh, seperti persilangan antar-spesies (hibridisasi interspesifik) atau persilangan antargenus (hibridisasi intergenerik).

Hibridisasi diikuti dengan seleksi untuk memilih satu atau beberapa individu yang memiliki karakter unggul (Janick 2010). Varietas krisan yang beredar saat ini merupakan hasil hibridisasi yang sangat kompleks dengan melibatkan 7-9 spesies *Chrysanthemum*. Persilangan tersebut menghasilkan hibrida modern dengan karakter yang berbeda dengan spesies krisan pada masa lampau.

Hibridisasi di antara varietas, terutama dari kedua tetua dengan nenek moyang yang berkerabat dekat cenderung menurunkan mutu genetik (*inbreeding*). Hal ini disebabkan oleh hilangnya beberapa gen penting selama proses segregasi. Di samping itu, beberapa karakter penting dan bernilai komersial yang diinginkan pemulia sering kali tidak tersedia pada masing-masing tetua, misalnya karakter ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik, ketahanan bunga pita terhadap kerontokan selama transportasi, serta karakter baru dan unik lainnya.

Hibridisasi konvensional pada krisan memerlukan waktu relatif lama dengan tingkat keberhasilan yang rendah akibat adanya *self-incompatibility* (Fan Wang *et al.* 2014). Oleh karena itu, program pemuliaan tidak dapat mengandalkan kegiatan hibridisasi sehingga para pemulia tanaman mencari alternatif metode pemuliaan seperti induksi mutasi, rekayasa genetik, fusi protoplas, keragaman somaklonal, pemuliaan genom, dan biomolekuler. Di antara berbagai metode dan teknik pemuliaan tersebut, induksi mutasi paling sesuai untuk merakit varietas krisan dengan karakter baru, unik, dan bernilai komersial. Kombinasi induksi mutasi dan teknik kultur jaringan memungkinkan program perakitan varietas dapat dipercepat karena multiplikasi tanaman dapat diperoleh dari organ tanaman yang termutasi seperti bunga pita, pedisel atau kuntum bunga. Tanpa teknologi kultur jaringan, perbanyakan tanaman krisan secara konvensional hanya dapat dilakukan dari tunas pucuk, batang atau daun (Jain 2006, 2007; Datta dan Chakrabarty 2009).

### Induksi Mutasi Sinar Gama

Mutasi spontan secara alami sering terjadi pada tanaman krisan. Namun, untuk meningkatkan frekuensi mutasi yang tinggi diperlukan induksi. Induksi mutasi dapat dilakukan secara fisik maupun kimiawi. Induksi mutasi secara fisik mencakup radiasi ultra violet, sinar X, sinar gama, *ion beam*, elektron, ion proton, netron, dan lainnya. Mutasi secara kimiawi dapat menggunakan mutagen kimia seperti *ethylmethane sulfonat* (EMS), *colchicine*, dan *orizalin*.

Mutagen kimia telah banyak digunakan untuk merakit varietas tanaman, seperti pada gladiol (El-Tayeb 2014) dan petunia (Sahi dan Ehsanpour 2014). Di berbagai negara maju, teknik mutasi telah digunakan secara berkelanjutan untuk menghasilkan mutan unggul baru dari berbagai tanaman hias yang memiliki genom kompleks untuk mendapatkan karakter yang sesuai preferensi pasar (Jain dan Spencer 2006). Pemuliaan mutasi berkontribusi besar terhadap perbaikan tanaman di dunia (Dao *et al.* 2006). Dalam pangkalan data IAEA dilaporkan lebih dari 3.000 varietas mutan telah dilepas di dunia, termasuk mutan tanaman hias. Penggunaan teknik mutasi lebih murah dan lebih cepat menghasilkan mutan dibandingkan teknik pemuliaan lainnya (Nagatomi dan Degi 2009; Jain 2010).

Mutagenesis fisik dengan sinar gama dapat menginduksi perubahan secara acak pada inti DNA atau organel sitoplasma yang mengakibatkan mutasi gen, kromosom, atau genom (Piri *et al.* 2011). Gen yang termutasi mengekspresikan perubahan bentuk, warna, dan tipe bunga. Melalui kegiatan seleksi, pemulia dapat memilih individu baru yang menghasilkan bunga yang baik dan bernilai ekonomis untuk selanjutnya dikembangkan menjadi varietas baru yang mantap. Mutasi juga dapat mengubah gen resesif menjadi gen dominan, seperti karakter ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik. Karakter baru dan bernilai ekonomi tinggi yang sebelumnya tidak pernah muncul, dapat muncul pada tanaman mutan.

Dari banyak varietas krisan yang seteknya diiradiasi sinar gama pada tahun 2012, diperoleh satu cabang yang bermutasi pada varietas Kusuma Patria. Setek yang diiradiasi sinar gama dosis 20 Gy memiliki cabang dengan warna bunga pita kuning muda dan kuning tua yang asalnya berwarna putih keabuan. Iradiasi sinar gama lebih dari 25 Gy pada setek krisan Puspita Nusantara menjadikan tanaman tidak mampu berbunga, sedangkan pada dosis di bawah 25 Gy belum menunjukkan perubahan keragaan maupun warna bunga.

Setek krisan hasil iradiasi sinar gama dan langsung ditanam di lapangan (iradiasi absolut) akan terjadi mutasi sektoral atau bersifat kimera. Beberapa karakter seperti ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik sulit diseleksi dan diisolasi pada populasi hasil induksi mutasi langsung. Oleh karena itu, induksi mutasi sangat efektif jika dikombinasikan dengan teknologi kultur jaringan (Rosa *et al.* 2009).

### **Induksi Mutasi yang Dikombinasikan dengan Teknologi Kultur Jaringan**

Induksi mutasi pada setek krisan yang ditanam langsung di lapangan sering kali menghasilkan efek khimera, yaitu

mutasi sektoral pada organ petal bunga, pedisel, dan cakram bunga. Organ-organ khimera yang termutasi tersebut tidak dapat diperbanyak secara konvensional sehingga diperlukan teknologi kultur jaringan. Penerapan kombinasi teknik induksi mutasi dan kultur jaringan telah berhasil menciptakan beragam bentuk dan warna bunga serta keragaan unik lainnya pada bunga krisan.

Guo *et al.* (1997) menyatakan, teknik mutasi sinar gama yang dikombinasikan dengan teknologi kultur jaringan dapat mempercepat perolehan varietas-varietas baru dan lebih efisien dibandingkan dengan teknik pemuliaan lainnya. Namun, hanya organ yang termutasi dengan karakter kasat mata, seperti perubahan warna bunga, kelainan bentuk bunga pita, dan keberadaan kelopak pada cakram bunga yang dapat diisolasi dan dikultur secara *in vitro*. Beberapa organ yang termutasi dengan karakter ketahanan terhadap hama dan penyakit, serta toleransi terhadap cekaman abiotik (suhu tinggi dan kekeringan) tidak dapat diisolasi dan dikultur secara *in vitro*. Misalnya pada satu tanaman hasil mutasi yang ditanam di lapangan, ditemukan satu daun yang tidak terserang hama atau penyakit. Organ daun tersebut tidak dapat diisolasi dan dikultur secara *in vitro*. Mungkin saja secara kebetulan daun tersebut terhindar dari serangan hama atau penyakit karena posisinya tersembunyi dan terlindungi dari serangan hama dan penyakit (*escape*) (Paveley *et al.* 2005). Oleh karena itu, untuk mendapatkan mutan dengan karakter ketahanan dan karakter lainnya, dilakukan induksi mutasi pada kalus atau planlet. Langkah pertama adalah meradiasi kalus atau planlet krisan pada dosis 5-50 Gy dengan interval 5 Gy untuk mendapatkan LD<sub>50</sub>. Langkah kedua yaitu meradiasi sejumlah besar kalus atau planlet pada kisaran dosis sekitar LD<sub>50</sub>. Selanjutnya kalus yang telah diiradiasi segera dikultur pada media regenerasi langsung yang diperkaya hormon BA 1-5 ppm dan IAA atau NAA 0,1-1 ppm hingga terbentuk planlet (Misra dan Datta 2007). Planlet disubkultur dalam media MS tanpa hormon hingga generasi MV<sub>4</sub>. Langkah ketiga ialah mengaklimatisasi planlet generasi MV<sub>4-5</sub> dan menjadikannya sebagai tanaman induk untuk memproduksi setek pucuk generasi MV<sub>5-6</sub>. Langkah keempat yaitu mengakarkan setek pucuk dan menanamnya di lapangan hingga berbunga untuk diseleksi karakter yang diinginkan.

### **Metode Seleksi untuk Menghasilkan Krisan Mutan**

Karakter komersial varietas krisan agar dapat bersaing di pasar global ialah tanaman berbatang kuat, mahkota bunga pita tidak mudah gugur, kesegaran bunga dalam vas relatif lama, serta resisten terhadap penyakit karat (Langton dan Cockshull 2009; Nurmalinda *et al.* 2011). Semua karakter

tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbaikan terhadap karakter yang dipengaruhi oleh faktor genetik lebih efisien dan efektif melalui seleksi *in vitro* di laboratorium maupun seleksi lebih awal pada fase juvenil dalam proses pembenihan (Patade *et al.* 2005; Nelson *et al.* 2009). Untuk menghasilkan galur-galur krisan yang resisten terhadap penyakit karat dapat dilakukan seleksi selama fase juvenil karena lebih menguntungkan, yaitu materi genetik yang diseleksi lebih banyak sehingga perolehan galur-galur terseleksi lebih cepat dan lebih banyak.

Untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim pada masa mendatang, perlu diciptakan varietas-varietas krisan yang tahan terhadap cekaman lingkungan abiotik, di antaranya tahan kekeringan, toleran panas, toleran salinitas, dan toleran hari netral. Beberapa karakter komersial tersebut tidak tersedia secara alami sehingga perlu diinduksi (Dao *et al.* 2006; Datta dan Chakrabarty 2009; Rosa *et al.* 2009; Jain 2010; Manoj *et al.* 2010; Piri *et al.* 2011). Namun, seleksi terhadap karakter yang berkaitan dengan morfologi bunga harus dilakukan pada saat tanaman sudah berbunga.

Dengan menggunakan media kultur yang mengandung PEG (*polyethylene glycol*) akan diperoleh galur krisan stabil yang toleran kekeringan (stres air) (Patade *et al.* 2005; Abdel-Raheem *et al.* 2007; Hassanein 2010; Begum *et al.* 2011). Galur-galur krisan toleran suhu tinggi diperoleh dengan cara menempatkan botol kultur berisi planlet dalam ruangan dengan kisaran suhu 32-35°C atau merendam tabung berisi daun krisan pada baki air bersuhu 38°C (Nelson *et al.* 2005; Alsadon *et al.* 2006). Untuk mendapatkan galur krisan stabil yang toleran salinitas (stres garam), perlu penyeleksian secara *in vitro* dengan media kultur yang mengandung natrium khlorida (Patade *et al.* 2005). Sementara itu, agar klon krisan hasil seleksi berdaya guna dan diadopsi petani, dilakukan evaluasi keunggulan karakter komersial, misalnya toleran hari netral di lapangan dengan melibatkan *stakeholders* dan pengguna langsung (konsumen).

## HASIL PENELITIAN INDUKSI MUTASI PADA KRISAN STANDAR

Pada bab ini diuraikan hasil penelitian induksi mutasi krisan standar untuk perbaikan karakter ketahanan terhadap penyakit karat melalui iradiasi sinar gama.

### Induksi Keragaman Morfologi Bunga Varietas Asal Fiji Putih

Iradiasi sinar gama dosis 15-30 Gy pada mutan-mutan dari varietas asal Fiji Putih terbukti mengubah morfologi bunga

dan bagian-bagiannya, di antaranya (1) bentuk kuntum bunga, (2) aksis memanjang baris terluar bunga pita, (3) aksis memanjang mayoritas bunga pita, (4) bentuk bunga pita, (5) panjang tabung mahkota bunga pita, (6) bentuk ujung bunga pita, (7) warna, pola dan intensitas warna bunga pita, (8) warna *keel* atau tulang pada helaian bunga pita, (9) bentuk cakram bunga, dan (10) munculnya kelopak dan bulu di atas cakram bunga. Bentuk kuntum bunga Fiji Putih yang semula dekoratif berubah menjadi semidekoratif. Aksis memanjang baris terluar bunga pita yang semula membentang berubah menjadi melekok keluar. Aksis memanjang mayoritas bunga pita yang semula melekok kedalam berubah menjadi membentang, tidak teratur, bergelombang atau agak memuntir.

Bunga pita Fiji Putih yang semula berbentuk helaian seperti pita berubah menjadi menyerupai tabung. Perubahan bentuk bunga pita menjadi tabung terjadi pada seluruh bunga pita dalam satu kuntum bunga atau hanya pada satu atau beberapa bunga pita dalam satu kuntum bunga. Ukuran panjang tabung pada mahkota bunga pita yang semula pendek berubah menjadi sedang atau panjang, dengan bentuk ujung tabung yang bervariasi, yaitu berbentuk jarum, mulut bebek, sekop, atau sendok.

Warna bunga pita Fiji Putih yang semula putih berubah menjadi kuning atau pink. Perubahan warna ini terjadi pada seluruh bunga pita atau sebagian bunga pita dalam satu kuntum, atau hanya pada beberapa helaian bunga pita. Pola perubahan warna pada bunga pita dapat terjadi secara menyeluruh ataupun hanya berupa satu atau lebih garis pada helaian bunga pita. Intensitas perubahan warna juga bervariasi, mulai dari sangat lemah, sedang hingga kuat. Keel atau tulang pada helaian bunga pita varietas Fiji Putih yang semula putih berubah menjadi hijau. Perubahan warna keel menjadi hijau hanya terjadi pada beberapa helaian bunga pita, terutama bunga pita yang terletak pada baris terluar dari kuntum bunga.

Selain keragaman morfologi bunga, iradiasi sinar gama juga menyebabkan perubahan pada morfologi cakram bunga. Cakram bunga Fiji Putih yang semula berbentuk kubah berubah menjadi bentuk kerucut pendek dan kubah agak benjol. Di atas cakram bunga yang semula tidak terdapat kelopak atau bulu, berubah menjadi berkelopak atau berbulu dengan jumlah yang bervariasi mulai dari satu atau beberapa helaian hingga banyak. Kelopak atau bulu di atas cakram bunga berfungsi sebagai pertahanan bunga dari serangan hama dan penyakit, memperkuat bunga pita sehingga tidak mudah rontok selama transportasi, dan memperpanjang periode kesegaran bunga. Namun, korelasi antara morfologi cakram bunga dengan karakter-karakter komersial tersebut perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut.

### **Keragaman Morfologi Bunga Varietas Asal Sakuntala**

Iradiasi sinar gama ternyata tidak mengubah warna bunga varietas Sakuntala, yaitu tetap kuning. Perubahan warna hanya terjadi pada intensitas warna. Mutan-mutan Sakuntala ada yang berwarna kuning lebih tua atau kuning lebih muda daripada warna asalnya. Kuntum bunga mutan Sakuntala umumnya lebih besar, sedangkan lainnya ditemukan kuntum bunga terminal yang dempet sehingga membentuk bunga seperti bola. Bentuk kuntum bunga ada yang berubah menjadi lonjong dari yang semula bundar.

Variasi juga terjadi pada ukuran bunga pita, berupa pemanjangan yang diikuti dengan perubahan bentuk ujung bunga pita. Ukuran bunga pita berubah menjadi lebih lebar, lebih pendek atau lebih panjang. Aksis memanjang bunga pita berubah menjadi membentang, melekuk keluar, memeluntir, atau tidak teratur. Bentuk ujung bunga pita ada yang membulat, meruncing, bergerigi atau bertaji. Bentuk cakram bunga mutan-mutan varietas Sakuntala berubah menjadi kubah tinggi, dengan sedikit benjol pada permukaan cakramnya. Sering kali ditemukan banyak kelopak atau bulu di atas cakram bunga.

Selain pada bunga, perubahan terjadi pula pada morfologi batang dan tanaman. Batang mutan-mutan varietas Sakuntala berubah menjadi lebih besar dan lebih tebal, daun menjadi bentuk ganda dengan ukuran yang lebih lebar dan lebih tebal. Bulu atau kutil pada permukaan daun atau batang menjadi lebih jelas terlihat. Intensitas antosianin juga bervariasi pada populasi mutan, ada yang sedikit dan ada yang banyak hingga seluruh permukaan batang berubah warna menjadi ungu. Pengaruh iradiasi sinar gama juga terlihat pada bentuk tandan bunga. Varietas Sakuntala yang semula sebagai tipe standar dengan satu kuntum bunga berubah menjadi tipe *spray* pada mutannya. Dengan demikian, fungsi pemanfaatannya meluas menjadi tipe standar atau tipe *spray*.

### **Keragaman Morfologi Bunga dari Varietas Asal Hibiki**

Keragaan morfologi bunga dan bagian-bagiannya pada mutan-mutan dari varietas asal Hibiki Kuning yang diiradiasi sinar gamma dosis 15-45 Gy menunjukkan perubahan, di antaranya (1) bentuk kuntum bunga, (2) aksis memanjang mayoritas bunga pita, (3) bentuk bunga pita, (4) panjang tabung mahkota bunga pita, (5) bentuk ujung bunga pita, dan (6) preferensi hama thrips pada kuntum bunga. Bentuk kuntum bunga varietas Hibiki yang semula dekoratif berubah menjadi semi-dekoratif dan tipe ganda. Terdapat dua ukuran bunga cakram pada kuntum

bunga tipe ganda, yaitu bunga cakram dengan ukuran yang lebih besar dan terlihat jelas setelah bunga mekar dan bunga cakram dengan ukuran yang lebih kecil dan kurang jelas terlihat setelah bunga mekar. Aksis memanjang mayoritas bunga pita yang semula melekuk kedalam dan teratur berubah menjadi tidak teratur. Aksis memanjang mayoritas bunga pita berubah menjadi membentang, melekuk keluar, bergelombang atau agak memuntir.

Bunga pita varietas Hibiki yang semula berbentuk helaian seperti pita berubah menjadi menyerupai tabung. Perubahan bentuk bunga pita menjadi tabung dapat terjadi pada seluruh bunga dalam satu kuntum atau hanya pada satu atau beberapa bunga pita dalam satu kuntum. Ukuran panjang tabung pada mahkota bunga pita yang semula pendek berubah menjadi sedang atau panjang, dengan bentuk ujung tabung yang bervariasi, yaitu menyerupai jarum, sendok, sekop atau dayung. Perubahan juga terjadi pada ukuran bunga pita, yaitu menjadi lebih lebar, lebih kecil atau lebih panjang. Secara umum belum ditemukan mutan dari varietas Hibiki yang berwarna selain kuning. Warna kuning bersifat tetap pada semua mutan, tetapi terdapat sedikit perubahan pada intensitas warnanya, yaitu menjadi kuning agak muda.

Selain keragaan morfologi bunga, iradiasi sinar gama juga menginduksi perubahan ketahanan terhadap hama thrips. Berdasarkan pengamatan, hampir semua bunga varietas Hibiki terserang hama thrips, tetapi ditemukan satu klon mutan yang tidak terserang hama thrips. Karakter ketahanan terhadap hama thrips pada klon mutan tersebut perlu dievaluasi lebih lanjut untuk menilai kestabilannya.

### **Keragaman Ketahanan Terhadap Penyakit Karat Hasil Iradiasi Sinar Gama**

Apabila karakter yang diinginkan adalah ketahanan terhadap penyakit karat maka proses seleksi dilakukan dengan cara sebagai berikut. Galur-galur mutan ditanam berdampingan dengan varietas rentan. Setiap dua baris galur mutan ditanam satu baris varietas rentan, dan seterusnya. Apabila pada umur satu bulan setelah tanam pustul karat belum muncul pada varietas rentan, dilakukan inokulasi buatan pada varietas rentan tersebut dengan cara menyemprotkan  $10^6/\text{ml}$  *white sporangia* pada daun.

Pengamatan insiden penyakit karat dilakukan pada umur 2 bulan setelah tanam (awal masa reproduktif) dan 3 bulan setelah tanam (saat berbunga). Terdapat tiga kriteria ketahanan galur-galur krisan mutan terhadap penyakit karat berdasarkan nilai IP, yaitu: (1) resisten bila nilai IP (intensitas karat daun)  $< 10\%$ , (2) moderat tahan (agak resisten) bila nilai IP  $> 10\%$  tetapi kurang dari  $20\%$ , dan (3)



rentan bila nilai IP > 20%. Intensitas penyakit karat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Marwoto *et al.* 1999):

$$IP = \frac{S (v \times n)}{(Z \times N)} \times 100\%$$

IP = intensitas karat daun (%); v = skala kerusakan tiap kategori serangan; n = jumlah tanaman tiap kategori serangan; Z = skala tertinggi dari kategori serangan; N = jumlah tanaman sampel yang diamati.

Skala kerusakan pada tiap kategori serangan ditentukan sebagai berikut:

0 = Tanaman tidak terinfeksi *P. horiana*.

1 = Kerusakan sangat ringan, penyakit karat terbatas pada daun-daun bawah dengan kerusakan tidak lebih dari 5% luas permukaan daun

2 = Kerusakan ringan, penyakit karat terbatas pada daun-daun bawah dengan kerusakan 6-10% luas permukaan daun

3 = Kerusakan sedang, penyakit karat dijumpai pada daun-daun bawah dan tengah dengan kerusakan 11-20% luas permukaan daun

4 = Kerusakan berat, penyakit karat dijumpai pada daun-daun bawah, tengah, dan atas dengan kerusakan 21-40% luas permukaan daun

5 = Kerusakan sangat berat, penyakit karat dijumpai pada daun-daun bawah, tengah, dan atas dengan kerusakan 41-80% luas permukaan daun.

Dengan prosedur seleksi seperti ini, diperoleh variasi ketahanan terhadap penyakit karat pada beberapa populasi krisan hasil iradiasi sinar gama. Kategori ketahanan terhadap penyakit karat pada setiap genotipe yang diiradiasi sinar gama bersifat acak. Populasi dengan karakter resisten terhadap penyakit karat diperoleh pada kalus varietas Jimla yang diiradiasi sinar gama 5 Gy, planlet Sakuntala yang diiradiasi sinar gama 45 Gy, planlet Ririh yang diiradiasi sinar gama 30 Gy, dan planlet F. kuning yang diiradiasi sinar gama 15-20 Gy (Tabel 1).

## POTENSI DAN PROSPEK PENGEMBANGAN

Pemuliaan mutasi yang dikombinasikan dengan teknologi kultur jaringan memiliki potensi besar dalam menciptakan karakter-karakter baru dan unik pada varietas krisan. Karakter-karakter yang belum pernah ada pada varietas krisan dapat tercipta melalui induksi mutasi. Untuk mengimbangi preferensi konsumen ataupun mengantisipasi dampak perubahan iklim, karakter-karakter baru dan unik dapat diciptakan melalui induksi mutasi.

**Tabel 1. Variasi intensitas penyakit dan kategori ketahanan terhadap penyakit karat pada genotipe krisan yang diiradiasi sinar gama (Sanjaya *et al.* 2014).**

Gentotipe/dosis (Gy)	IP (%)	Kategori
Hibiki (C)	66	Rentan
15	12	Moderat
20	15	Moderat
25	24	Rentan
30	40	Rentan
35	42	Rentan
40	39	Rentan
45	9	Moderat
F. Putih (C)	22	Rentan
15	11	Moderat
25	17	Moderat
30	14	Moderat
Jimla (C)	20	Rentan
5	5	Resisten
Sakuntala (C)	26	Rentan
30	19	Moderat
35	19	Moderat
45	9	Resisten
Ririh (C)	21	Rentan
30	3	Resisten
35	13	Moderat
40	16	Moderat
45	14	Moderat
F. kuning (C)	22	Rentan
15	5	Resisten
20	9	Resisten
25	18	Moderat
35	19	Moderat

Mutasi sektoral pada organ khimera dapat diperbanyak melalui teknologi kultur jaringan. Mutan yang mantap akan diperoleh pada generasi vegetatif lanjut (MV<sub>4</sub>-MV<sub>5</sub>). Apapun karakter yang diinginkan dapat diperoleh, bergantung pada proses seleksi. Seleksi dapat dilakukan pada stadia juvenil, tanaman muda ataupun stadia berbunga, bergantung pada karakter yang diinginkan.

Induksi mutasi yang dikombinasikan dengan teknologi kultur jaringan dapat diterapkan pada hampir semua jenis tanaman, terutama tanaman hias. Tanaman hias yang bernilai komersial tinggi ditentukan oleh nilai artistik dan estetika, dan bukan berdasarkan organoleptik seperti pada sayuran dan buah-buahan. Oleh karena itu, perakitan varietas baru dan unik pada tanaman hias akan lebih cepat dan berkembang pesat melalui pemuliaan mutasi.

Induksi mutagenesis merupakan metode baku dalam perbaikan tanaman, melalui pengubahan gen tanaman dengan memberi perlakuan pada biji atau tanaman yang diperbanyak secara vegetatif. Di negara maju, teknik

mutasi telah digunakan untuk menghasilkan mutan unggul dari berbagai tanaman hias yang memiliki genom kompleks dengan karakter sesuai preferensi pasar (Jain dan Spencer 2006).

Pemuliaan mutasi telah berkontribusi besar terhadap perbaikan tanaman (Dao *et al.* 2006). Dalam pangkalan data IAEA dilaporkan lebih dari 3.000 varietas mutan telah dilepas, termasuk mutan tanaman hias. Penggunaan teknik nuklir lebih murah dan cepat serta lebih ideal dibandingkan teknik pemuliaan lainnya (Nagatomi dan Degi 2009; Jain 2010).

Tanaman hias memiliki nilai jual yang tinggi sehingga mampu meningkatkan kesejahteraan petani. Pengusahaan tanaman hias tidak memerlukan lahan yang luas seperti pada tanaman sayuran atau buah-buahan. Keuntungan agribisnis tanaman hias dapat mencapai 10 kali lebih besar daripada agribisnis tanaman hortikultura lainnya. Sementara itu keuntungan agribisnis tanaman hortikultura dapat mencapai 10 kali lebih besar daripada agribisnis tanaman pangan. Keuntungan agribisnis tanaman pangan dapat mencapai 10 kali lebih besar daripada tanaman perkebunan. Dengan demikian, agribisnis tanaman hias berpotensi mendapatkan keuntungan 1.000 kali lebih besar daripada agribisnis tanaman perkebunan.

### **SASARAN, ARAH, DAN STRATEGI PENGEMBANGAN KRISAN**

Induksi mutasi merupakan cara yang paling efektif untuk menciptakan varietas unggul baru krisan yang adaptif terhadap perubahan iklim dan preferensi konsumen. Penciptaan varietas baru harus dilakukan secara terus-menerus agar dapat berlomba dengan iklim yang senantiasa berubah dan juga konsumen yang menghendaki kualitas produk yang lebih baik dari sebelumnya. Pada bagian berikut diuraikan sasaran, arah, dan strategi pemuliaan mutasi yang dikombinasikan dengan teknologi kultur jaringan pada krisan.

#### **Sasaran**

Sasaran akhir pemuliaan mutasi pada krisan ialah peningkatan daya saing dan ekspor untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Sasaran tersebut mendukung empat program utama Kementerian Pertanian, yaitu (1) mencapai dan mempertahankan swasembada pangan, (2) diversifikasi pangan, (3) meningkatkan daya saing, nilai tambah dan ekspor, serta (4) meningkatkan kesejahteraan petani. Butir-butir tersebut hanya dapat dicapai melalui produksi benih bermutu dalam jumlah cukup dan tersedia terus-menerus.

### **Arah dan Strategi Pengembangan**

Pengembangan varietas krisan mutan perlu direncanakan sejak awal dengan menyusun alur produksi benih krisan mutan. Benih pemulia dikelola oleh Balai Penelitian Tanaman Hias (Balithi) dalam bentuk planlet bebas virus dan viroid. Benih pemulia merupakan sumber benih untuk memproduksi benih kelas di bawahnya, yaitu benih dasar (FS). Dalam rangka menjaga kualitas benih pemulia sesuai persyaratan mutu yang ditetapkan, Balithi menerapkan Sistem Manajemen Mutu berbasis ISO dengan target mutu (1) kemurnian genetik 100% (tidak ada *off type* atau tipe simpang), (2) bebas penyakit sistemik, serta (3) produktif, vigor, dan tidak cacat fisik. Jumlah benih pemulia untuk masing-masing varietas dipertahankan 5.000 planlet atau 1.000 botol (setiap botol berisi lima planlet).

Benih pemulia (BS) berupa planlet yang berasal dari botol kultur dikeluarkan dan diaklimatisasi pada media sekam bakar dengan kondisi lingkungan yang optimal (cahaya rendah dan lembap). Benih hasil aklimatisasi digunakan sebagai tanaman induk yang akan menghasilkan setek pucuk sebagai benih kelas FS. Benih dasar (FS) diturunkan menjadi benih pokok (SS) dan benih sebar (ES) untuk kemudian dimanfaatkan oleh petani produsen bunga potong guna mendukung pengembangan agribisnis krisan di kawasan sentra produksi.

Secara kelembagaan, benih dasar krisan disediakan oleh BBI/UPBS Balithi/swasta dengan mengikuti standar operasional prosedur yang telah ditetapkan. Selanjutnya benih pokok (SS) diproduksi oleh BBU/swasta/penangkar dan benih sebar (ES) dihasilkan oleh swasta/penangkar. Benih krisan kelas FS, SS, dan ES menjadi obyek sertifikasi standar mutu benih sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Membangun industri perbenihan melibatkan masyarakat sebagai penangkar. Oleh karena itu, pelatihan terhadap SDM, transfer teknologi, dan edukasi secara terus-menerus diperlukan untuk meningkatkan kualitas produk.

### **KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN**

#### **Kesimpulan**

1. Dalam rangka peningkatan daya saing industri nasional bunga krisan, diperlukan perakitan varietas di antaranya melalui pemuliaan mutasi yang dikombinasikan dengan teknologi kultur jaringan. Teknik mutasi memiliki keunggulan dibandingkan dengan teknik pemuliaan lainnya, mengingat teknik ini dapat mengubah satu atau lebih karakter tanpa mengubah karakter dasar varietas asalnya. Karakter komersial

- yang diinginkan ialah (1) *vaselife* bunga panjang, (2) mahkota bunga pita tidak mudah gugur, (3) tahan terhadap penyakit karat, (4) tahan terhadap hama thrips, (5) toleran suhu tinggi, dan (6) toleran kekeringan selama musim kemarau.
2. Iradiasi sinar gama dapat menciptakan karakter baru dan unik yang tidak tersedia pada aksesori sebelumnya. Setiap sel hasil iradiasi memiliki genotipe yang berbeda sehingga untuk mengekspresikan keragaannya secara fenotipe diperlukan fasilitas laboratorium, ruang aklimatisasi, rumah lindung yang memadai, serta staf dan teknisi yang terampil.
  3. Selama tahun 2012-2014 Balitbangtan telah menghasilkan 19 varietas krisan mutan dan didaftarkan dengan nama (1) Merahayandi, (2) Merahayani, (3) Marimar, (4) Yulimar, (5) Violetana, (6) Salemar, (7) Limeron, (8) Jayani, (9) Hartuti, (10) Dwimahyani, (11) Pinkana, (12) Pinka Pinky, (13) Marina, (14) Suciyono, (15) Maruta Agrihort, (16) Jayanti Agrihort, (17) Hartanti Agrihort, (18) Maharani Agrihort, dan (19) Syiera Violeta Agrihort. Dengan menggunakan varietas krisan yang dihasilkan dari dalam negeri, industri florikultura tanah air akan memiliki daya saing yang tinggi.

### Implikasi Kebijakan

1. Program pemuliaan krisan perlu dilanjutkan seiring dengan perubahan preferensi konsumen yang dinamis. Hal tersebut membutuhkan dukungan dana yang berkelanjutan dan fasilitas penelitian yang lengkap.
2. Varietas krisan yang telah dihasilkan perlu didiseminasikan secara luas kepada pengguna melalui program promosi yang berkelanjutan. Di sisi lain, diseminasi secara luas membutuhkan dukungan logistik benih dalam skala ekonomi. Oleh karena itu, perlu dibangun industri perbenihan krisan yang tangguh melalui kemitraan dengan berbagai pihak, termasuk swasta dan BUMN.
3. Perakitan varietas unggul baru krisan di dalam negeri perlu didukung oleh keberpihakan Pemerintah dalam bentuk penurunan importasi varietas dan benih dari luar negeri serta pemberian insentif kepada pelaku usaha yang memiliki program ekspor. Insentif ekspor dapat diberikan dalam bentuk penurunan pajak, kemudahan perizinan, dan penurunan biaya *air freight*.
4. Upaya menghasilkan varietas unggul krisan harus didorong melalui pemberian insentif kepada para pemulia tanaman sekaligus memberikan perlindungan kepada produk yang dihasilkan. Dengan diterapkan UU

PVT, para pemulia selayaknya mendapat manfaat ekonomi atas pengembangan varietas unggul yang dihasilkan.

5. Kegiatan pemuliaan sebagian besar dilakukan oleh lembaga penelitian pemerintah. Keterbatasan sumber daya sering menyebabkan varietas yang dihasilkan tidak sesuai dengan kebutuhan pengguna. Oleh karena itu, diperlukan reorientasi program pemuliaan dengan melibatkan pihak swasta. Dalam program pemuliaan partisipatif tersebut, pihak swasta diberi kesempatan berkontribusi dalam pendanaan dan keleluasaan menentukan varietas yang dihasilkan. Varietas unggul yang dihasilkan dapat langsung dipasarkan melalui swasta partisipan dengan terlebih dahulu menyusun kesepakatan komersialisasi yang dituangkan dalam dokumen formal.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Raheem, A.T., A.R. Ragab, Z.A. Kasem, F.D. Omar and A.M. Samera. 2007. *In vitro* selection for tomato plants for drought tolerance via callus culture under polyethylene glycol (PEG) and mannitol treatments. African Crop Science Conference Proceedings Vol. 8. pp. 2027-2032. African Crop Science Society, El-Minia, Egypt.
- Alsadon, A.A., M.A. Wahballah and S.O. Khalil. 2006. *In vitro* evaluation of heat stress tolerance in some tomato cultivars. J. King Saud Univ. 19, Agric. Sci. (1): 13-24.
- Auliasari, A. 2012. Analisis usaha tani bunga krisan (*Chrysanthemum*). Studi kasus di Desa Bumiaji Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. [Diakses 26 Maret 2014].
- Begum, M.K., M.O. Islam, M.A.S. Miah, M.A. Hossain and N. Islam. 2011. Production of somaclone *in vitro* for drought stress tolerant plantlet selection in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). The Agriculturists 9(1&2): 18-28.
- Boase, M.R., R. Miller and S.C. Derolles. 2010. *Chrysanthemum* Systematics, Genetic, and Breeding. In Jules Janick. Plant Breeding Reviews, Volume 14. Copyright©1997 John Wiley & Sons. Inc. DOI: 10.1002/9780470650073.ch10
- Bres, W. and A. Sztuka. 2013. Macroelement concentration in leaves of chrysanthemum from the time group grown in spring and summer-autumn seasons. Folia Hort. 20(2): 57-66.
- Dao, T.B., P.D. Nguyen, Q.M. Do, T.H. Vu, T.L. Le, T.K.L. Nguyen, H.D. Nguyen, and X.L. Nguyen. 2006. *In vitro* mutagenesis of *Chrysanthemum* for breeding. (Short communication). Plant Mutation Reports 1(2): 26-27 December 2006. <http://www-naweb.iaea.org/nafa/index.html>; <http://www.fao.org>.
- Datta, S.K. and D. Chakrabarty. 2009. Management of chimera and *in vitro* mutagenesis for development of new flower color/shape and chlorophyll variegated mutants in *Chrysanthemum*. In: Y. Shu (Ed.), Induced Plant Mutations in the Genomics Era. FAO, Rome. pp. 303-305.
- Direktorat Perbenihan dan Sarana Produksi. 2009. Kebijakan pengembangan perbenihan tanaman krisan. Lokakarya Sosialisasi SOP Krisan, Yogyakarta 30 Maret-02 April 2009.

- Ekanantari. 2014. *Outlook komoditi krisan*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Jakarta. 43 hlm.
- El-Tayeb, H.F. 2014. Effect of some chemical mutagens on morphological characters and corm productivity of some *Gladiolus* sp. cultivars. *Scientific Journal of Flowers and Ornamental Plants* 1(1): 45-53. [www.ssfp.com/journal/?book-review](http://www.ssfp.com/journal/?book-review).
- Fan Wang, F. Jiao Zhang, F. Di Chen, W. Min Fang and N. Jun Teng. 2014. Identification of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) self-incompatibility. *Sci. World J.* (2014), Article ID 625658, pp. 1-10. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/625658>.
- Guo, A., F. Jialin, and Y. Baoan. 1997. Study on the technique of inducing mutation breeding in chrysanthemum. In *Applied life sciences (C4100)*. *Acta Agriculturae Nucleatae Sinica* 11(2): 65-73.
- Hantoko. 2014. Peluang investasi budidaya krisan. <http://dongengdalam.blogspot.com/2007/09/peluang-investasi-budidaya-bunga-krisan.html>
- Hassanein, A.M.A. 2010. Establishment of efficient *in vitro* method for drought tolerance evaluation in pelargonium. *J. Hort. Sci. Ornamental Plants* 2(1): 08-15.
- Herlina, D., K. Yuniarto, I. Rahmawati, dan Y. Supriyadi. 2012. Perbedaan fotoperiodisitas untuk evaluasi *response time* dan karakter pertumbuhan krisan varietas Brastagi dan Tomohon. *Laporan Hasil Penelitian*. Balithi, Segunung, Cianjur.
- Jain, S.M. 2006. Mutation-assisted breeding in ornamental plant improvement. *Acta Hort.* 714: 85-98
- Jain, S.M. 2007. Recent advances in plant tissue culture and mutagenesis. *Acta Hort.* 736: 205-211.
- Jain, S.M. 2010. Mutagenesis in crop improvement under the climate change. *Romanian Biotechnol. Lett.* 15(2): 88-106.
- Jain, S.M. and M.M. Spencer. 2006. *Floriculture, Ornamental, and Plant Biotechnology*. J.A. Teixeira da Silvae. (ed.). Global Science Books, UK. pp. 589-600.
- Janick, J. 2010. Chrysanthemum systematics, genetics, and breeding. In M.R. Boase, R. Miller and S.C. Deroles (Eds.) *Plant Breeding Reviews* Vol. 14. Published Online 22 Juni 2010. DOI: 10.1002/9780470650073.ch10. John Wiley & Sons, Inc.
- Langton, F.A. and K.E. Cockshull. 2009. An ideotype of chrysanthemum (*C. Morifolium* Ramat). *Acta Hort.*: 63. I International Symposium on Floriculture Plant Breeding and Genetics.
- Manoj, K.R., R.K. Kalia, R. Singh, M.P. Gangola and A.K. Dhawan. 2010. Developing stress tolerant plants through *in vitro* selection - An overview of the recent progress. *Environmental and Experimental Botany*. Elsevier.
- Marwoto, B., I. Djatnika, M. Dewanti, R. Kurniati, dan T. Sutater. 1999. Pengendalian penyakit karat (*Puccinia horiana*) secara terpadu pada pembibitan krisan (*Dendranthema grandiflora*). *Laporan Hasil Penelitian*. Balai Penelitian Tanaman Hias. Jakarta. hlm. 111-122.
- Misra, P. and S.K. Datta. 2007. Standardization of *in vitro* protocol in chrysanthemum cv. Madam E Roger for development of quality planting material and to induce genetic variability using  $\gamma$ -radiation. *Indian J. Biotechnol.* 6: 121-124.
- Nagatomi and Degi. 2009. Mutation breeding of chrysanthemum by gamma field irradiation and *in vitro* culture. In Y. Shu (Ed.) *Induced Plant Mutations in the Genomics Era*. Concurrent Session 8: Mutation induction and breeding of ornamental and vegetatively propagated plants. FAO, Rome.
- Nell, T.A. 2014. How to make long-lasting top performers out of your pot mums. Research funded by American Floral Endowment. [Accessed on 30 March 2014].
- Nelson, K.E., P.J. Bruesehoff and Y. Lu. 2005. *In vitro* selection of high temperature Zn(2+) - dependent DNAszymes. *J. Mol. Evol.* 61(2): 216-225.
- Nelson, G.C., M.W. Rosegrant, J. Koo, R. Robertson, T. Sulser, T. Zhu, C. Ringler, S. Msangi, A. Palazzo, M. Batka, M. Magalhaes, R. Valmonte-Santos, M. Ewing, and D. Lee. 2009. *Climate Change: Impact on Agriculture and Cost of Adaptation*. International Food Policy Research Institute. 19 pp.
- Nielsen, F.H. 2012. History of zinc in agriculture. *American Society for Nutrition*. USDA, ARS. Grand Forks Human Nutrition Research Center 3(6): 783-789. doi: 10.3945/an.112.002881. [Accessed on 2 April 2014].
- Nurmalinda, M. Soedarjo, Y. Nasihin, dan E. Bangun. 2011. Identifikasi aspek ekonomi dalam pengembangan krisan di lahan terbuka. *Laporan Hasil Penelitian*. Balithi, Segunung, Cianjur.
- Patade, V.Y., P. Suprasanna and V.A. Bapat. 2005. Selection for abiotic (salinity and drought) stress tolerance and molecular characterization of tolerant lines in sugarcane. In *Biotechnological Aspects Towards Cultivation, Utilization and Disease Management of Plants*, held at Lal Bahadur Shastri Mahavidyalaya, Dharmabad, Nanded, 24-25 December 2005.
- Paveley, N., J. Foulkes, R. Sylvester-Bradley, S. Parker, D. Lovell, J. Snape, J. Farrar, S. Neumann, J. Nason and C. Ellerbrook. 2005. Maximising disease escape, resistance and tolerance in wheat through genetic analysis and agronomy. HGCA Project Report 358, HGCA Project Number 2142.
- Pestic. 2012. Virus elimination from ornamental plants using *in vitro* culture techniques. Ed. Phytom, (Belgrade). Review paper 27(3), 2012. DOI 10.22.98/PIFI 203203M.
- Rehm, G. and M. Schmitt. 2013. Zinc for crop production. WW-00720 Reviewed 1997. Regents of the University of Minnesota. [Accessed on 2 April 2014].
- Piri, I., M. Babayan, A. Tavassoli and M. Javaheri. 2011. The use of gamma irradiation in agriculture, a review. *Afr. J. Microbiol. Res.* 5(32): 5806-5811. DOI: 10.5897/AJMR11.949.
- Rosa, M., C. Perez and A.G. Cadenas. 2009. *In vitro* tissue culture, a tool for the study and breeding of plants subjected to abiotic stress condition. *Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation*. Department of Agric. Sci. Un. Jaume I. Campus Riu Sec. Castello, Spain. 16 pp. [Accessed on 26 March 2014].
- Sahi, N. and A.A. Ehsanpour. 2014. The effect of ethyl methane sulfonate (EMS) on regeneration and somaclonal variations of petunia (*Petunia hybrida* Vilm.). *Malay. Appl. Biol.* 43(1): 91-96. <http://mabjournal.com/>.
- Sanjaya, L., B. Marwoto, Hersanti, L. Harsanti, dan I.B. Raharjo. 2014. Induksi mutasi krisan standar untuk perbaikan ketahanan terhadap penyakit karat melalui iradiasi sinar gamma. *Laporan KKP3N 2014*. Badan Litbang Pertanian, Jakarta. 58 hlm.
- Sanjaya, L. 2015. Teknologi produksi krisan yang efisien dan adaptif terhadap perubahan iklim. Balai Penelitian Tanaman Hias, Segunung, Cianjur. 58 hlm.
- Snezana, A. Cingel, S. Jevrenovic, I. Stankovic, A. Bulajic, B. Krstic and A. Subotic. 2012. Virus elimination from ornamental plants using *in vitro* culture techniques. *Pestic. Phytomed.* (Belgrade), 27(3): 203-211.
- Syngenta Flower. 2013. Pot Mum Cultural Information: Yoder Mums. Syngenta Flower, Inc., Colorado. [www.syngentaflowersinc.com](http://www.syngentaflowersinc.com)
- UPBS Balithi. 2014. Kumpulan Laporan pendistribusian benih krisan oleh Unit Produksi Benih Sumber, Balai Penelitian Tanaman Hias, Segunung, Cianjur.